

# Reconocimiento de Patrones

Version 2024-I

## Formulación Metodológica de un Problema de Reconocimiento de Patrones

[ Capítulo 1 ]

**Dr. José Ramón Iglesias**

DSP-ASIC BUILDER GROUP

Director Semillero TRIAC

Ingeniería Electronica

Universidad Popular del Cesar

# Formulación Metodológica

1. Obtención de la Información Original

2. Pre-procesamiento

3. Extracción de Características

4. Normalización de Características

5. Análisis de Características

6. Selección de Características

7. Diseño del Clasificador

8. Evaluación del Desempeño

Durante la explicación seguiremos este ejemplo ...

Mandarinas



Naranjas



¿cómo separar las mandarinas de las naranjas?

# Formulación Metodológica

1. Obtención de la Información Original

2. Pre-procesamiento

3. Extracción de Características

4. Normalización de Características

5. Análisis de Características

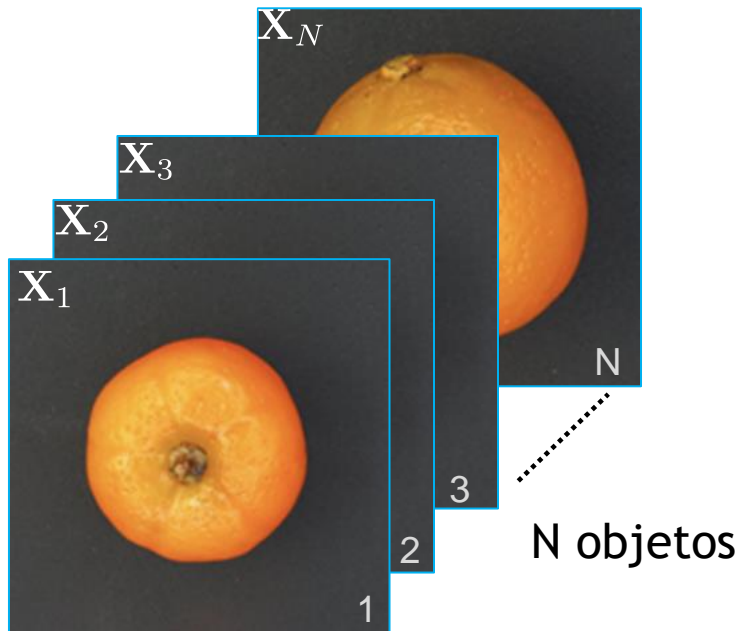
6. Selección de Características

7. Diseño del Clasificador

8. Evaluación del Desempeño

# 1. Obtención de la Información Original

Los datos (imágenes, señales, etc.) se capturan...



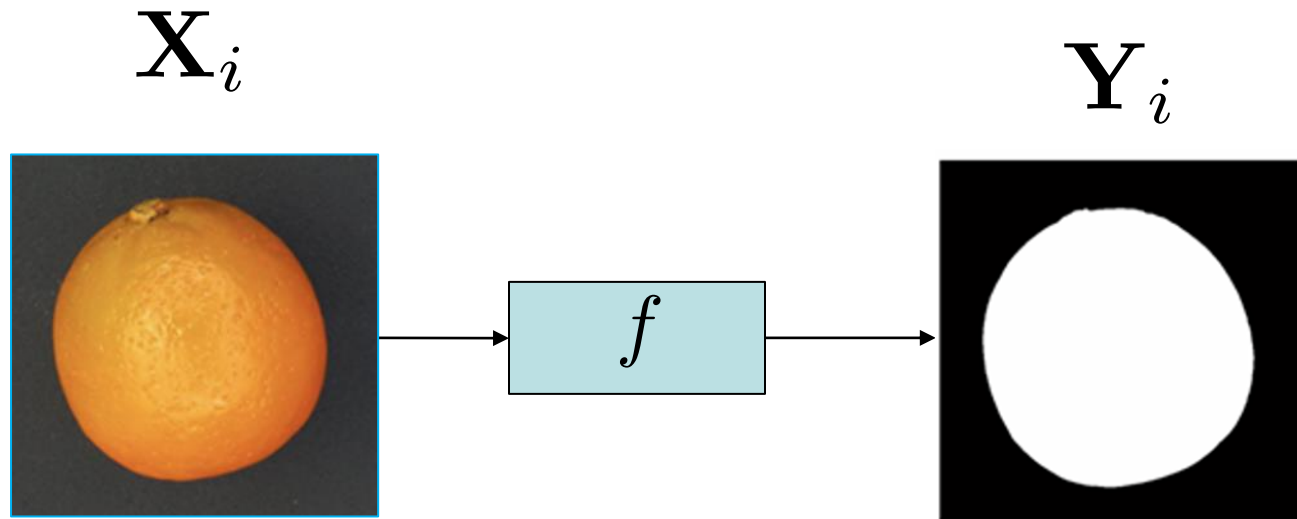
$$\mathbf{X}_i \quad \text{para} \quad i = 1 \dots N$$

Matriz (imagen) del objeto  $i$

Ejemplo: Mandarinas y Naranjas

## 2. Pre-procesamiento

Los datos se limpian, filtran, segmentan, etc.



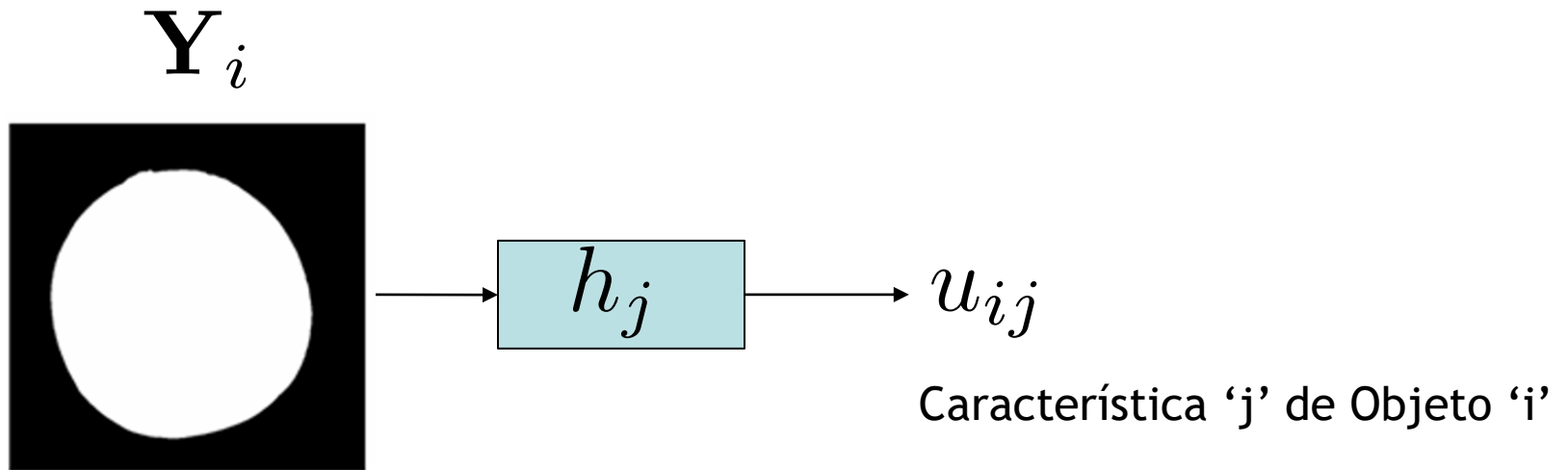
$$\mathbf{Y}_i = f(\mathbf{X}_i) \quad \text{para} \quad i = 1 \cdots N$$

# Formulación Metodológica

1. Obtención de la Información Original
2. Pre-procesamiento
- 3. Extracción de Características**
4. Normalización de Características
5. Análisis de Características
6. Selección de Características
7. Diseño del Clasificador
8. Evaluación del Desempeño

### 3. Extracción de Características

Para cada objeto se extraen  $M$  características...



$$u_{ij} = h_j(\mathbf{Y}_i) \quad \text{para} \quad j = 1 \cdots M$$



# 3. Extracción de Características

Ejemplo: Para las Mandarinas (50) y Naranjas (75) se extrae:

- 1) Área (A)
- 2) Rojo (R)
- 3) Verde (G)
- 4) Azul (B)

En este caso,  $N = 50 + 75 = 125$ :

Matriz  $\mathbf{U}$  de  $125 \times 4$

		$\mathbf{u}_1$	$\mathbf{u}_2$	$\mathbf{u}_3$	$\mathbf{u}_4$
		A	R	G	B
Mandarinas	1	13234	0.27	0.40	0.11
	:	12129	0.29	0.39	0.09
	50	11957	0.31	0.42	0.12
Naranjas	51	12911	0.35	0.38	0.13
	:				
	125	17288	0.30	0.73	0.10

$= \mathbf{U}$

# Formulación Metodológica

1. Obtención de la Información Original
2. Pre-procesamiento
3. Extracción de Características
- 4. Normalización de Características**
5. Análisis de Características
6. Selección de Características
7. Diseño del Clasificador
8. Evaluación del Desempeño

# 4. Normalización de Características

		$\mathbf{u}_1$	$\mathbf{u}_2$	$\mathbf{u}_3$	$\mathbf{u}_4$	
Muestra		A	R	G	B	
Mandarinas	1	13234	0.27	0.40	0.11	= $\mathbf{U}$
	:	12129	0.29	0.39	0.09	
	50	11957	0.31	0.42	0.12	
Naranjas	51	12911	0.35	0.38	0.13	
	:					
	125	17288	0.30	0.73	0.10	



Escalamiento: cada columna se normaliza...

$$\mathbf{v}_j = f_n(\mathbf{u}_j) = a_j \mathbf{u}_j + b_j$$

columna normalizada

columna j de U

Normalización:

- MinMax:  
min = 0, max = 1
- Mean0:  
mean = 0, var = 1

## 4. Normalización de Características

		Muestra	A
Mandarinas	{	1	13234
		:	12129
		50	11957
Naranjas	{	51	12911
		:	
		125	17288

Columna Original

$u_1$

## 4. Normalización de Características

		Muestra	A
Mandarinas	{	1	0.4981
		:	0.3681
		50	0.3479
Naranjas	{	51	0.4601
		:	
		125	0.9751

Columna Normalizada con MinMax

$V_1$

## 4. Normalización de Características

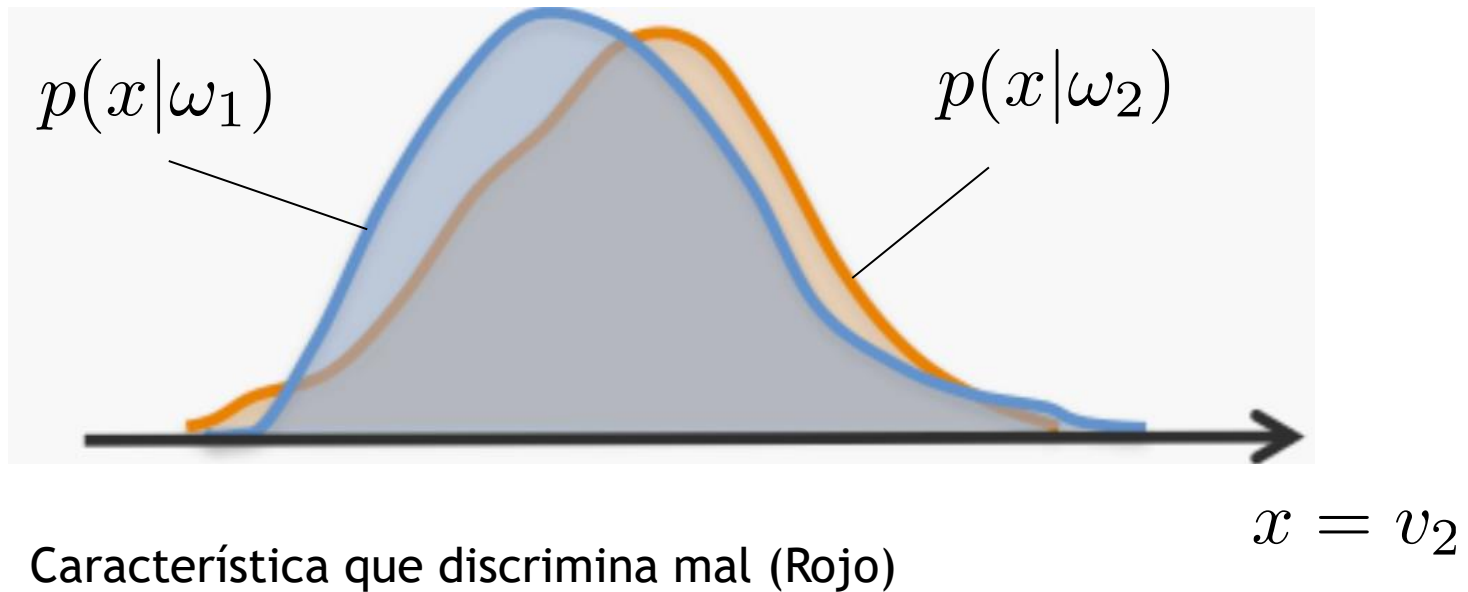
		Muestra	A	R	G	B	= <b>V</b>
Mandarinas	{	1	0.4981	0.27	0.40	0.11	
		:	0.3681	0.29	0.39	0.09	
		50	0.3479	0.31	0.42	0.12	
Naranjas	{	51	0.4601	0.35	0.38	0.13	
		:					
		125	0.9751	0.30	0.73	0.10	
		<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>		

# Formulación Metodológica

1. Obtención de la Información Original
2. Pre-procesamiento
3. Extracción de Características
4. Normalización de Características
- 5. Análisis de Características**
6. Selección de Características
7. Diseño del Clasificador
8. Evaluación del Desempeño

# 5. Análisis de Características

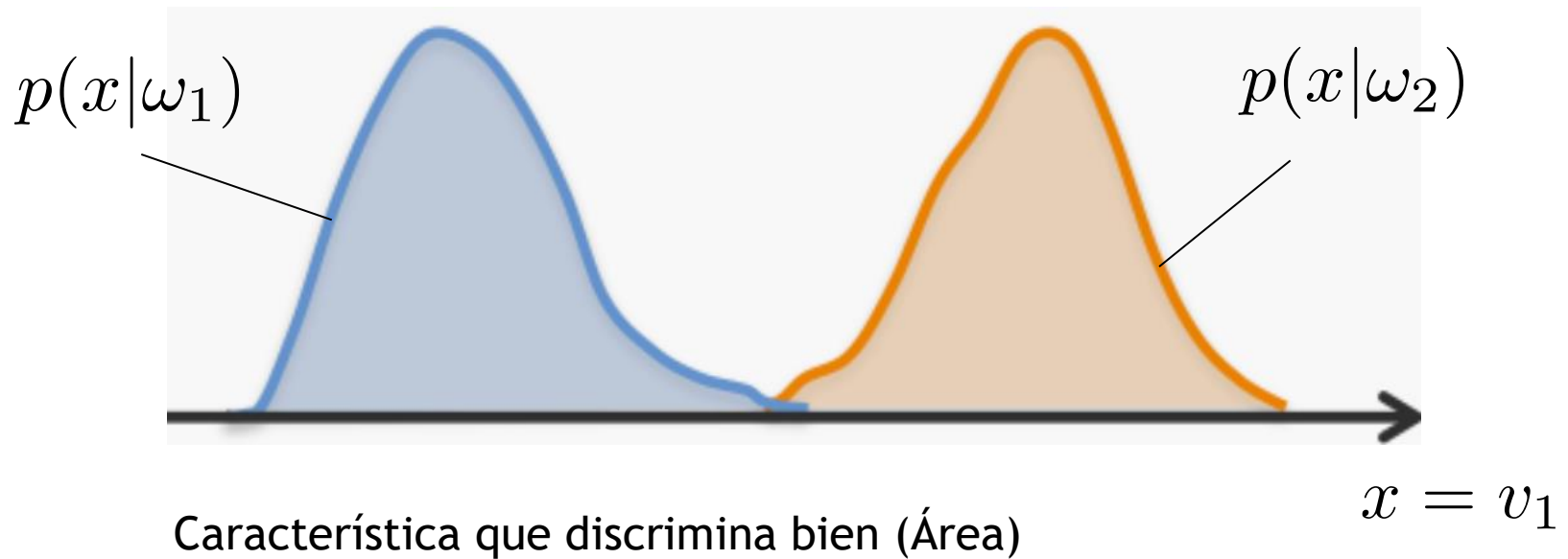
Histogramas en 1D para dos clases  $(\omega_1, \omega_2)$





# 5. Análisis de Características

Histogramas en 1D para dos clases  $(\omega_1, \omega_2)$

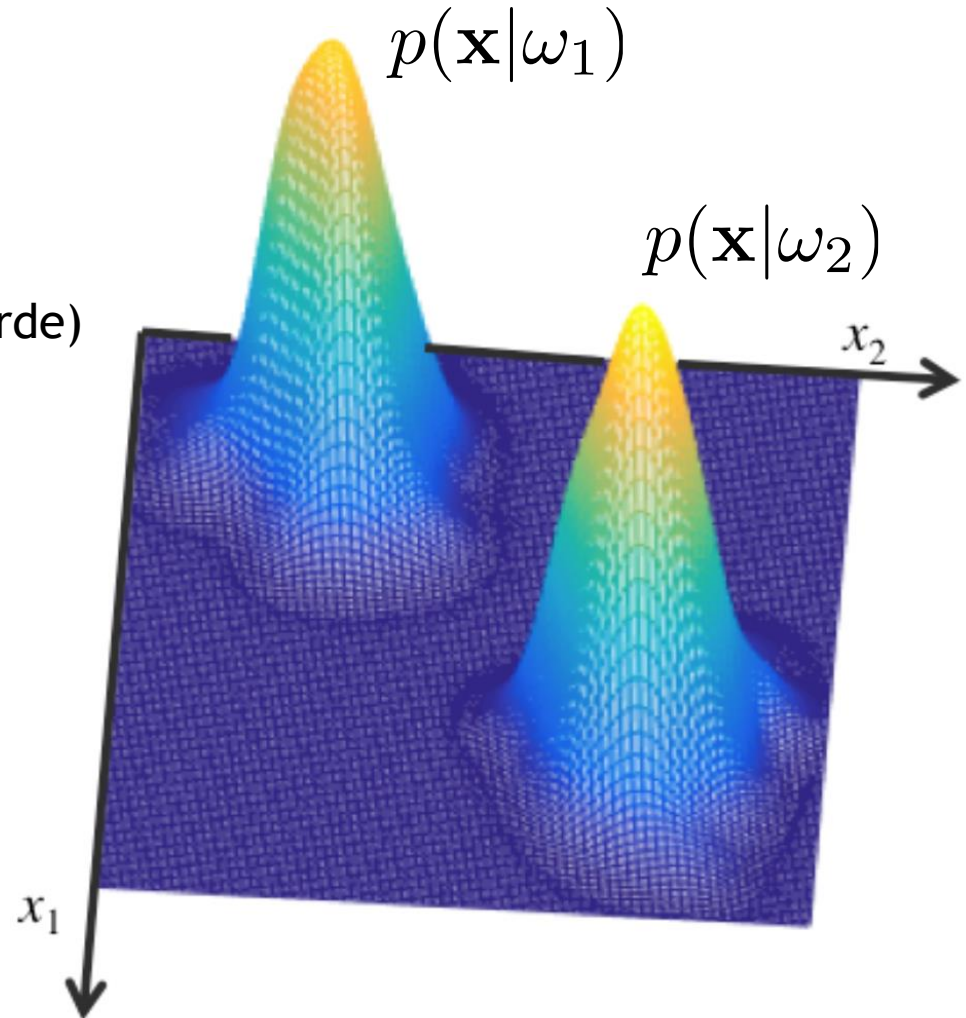


# 5. Análisis de Características

Histogramas en 2D para dos clases ( $\omega_1, \omega_2$ )

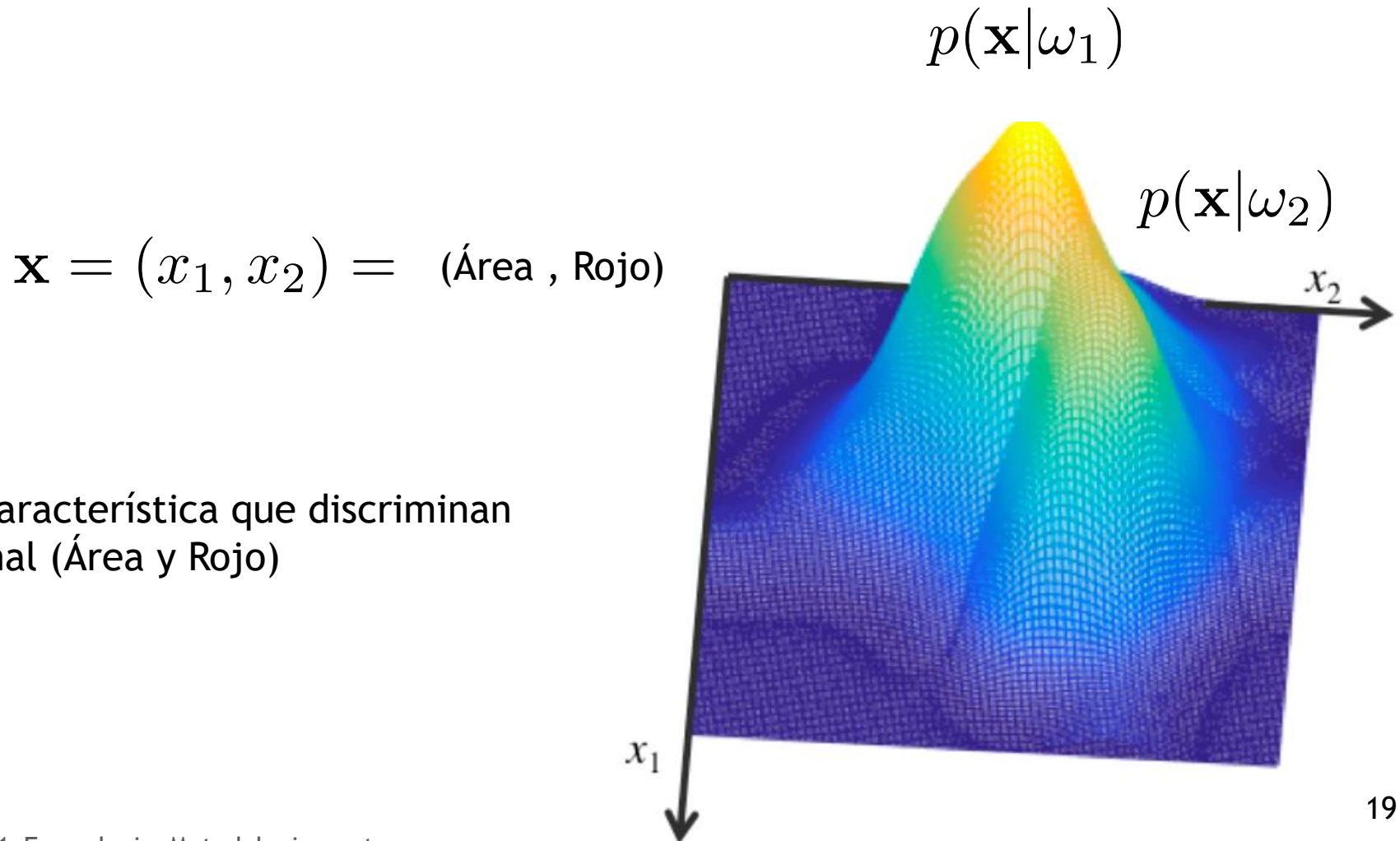
$$\mathbf{x} = (x_1, x_2) = (\text{Área}, \text{Verde})$$

Característica que discriminan bien (Área y Verde)

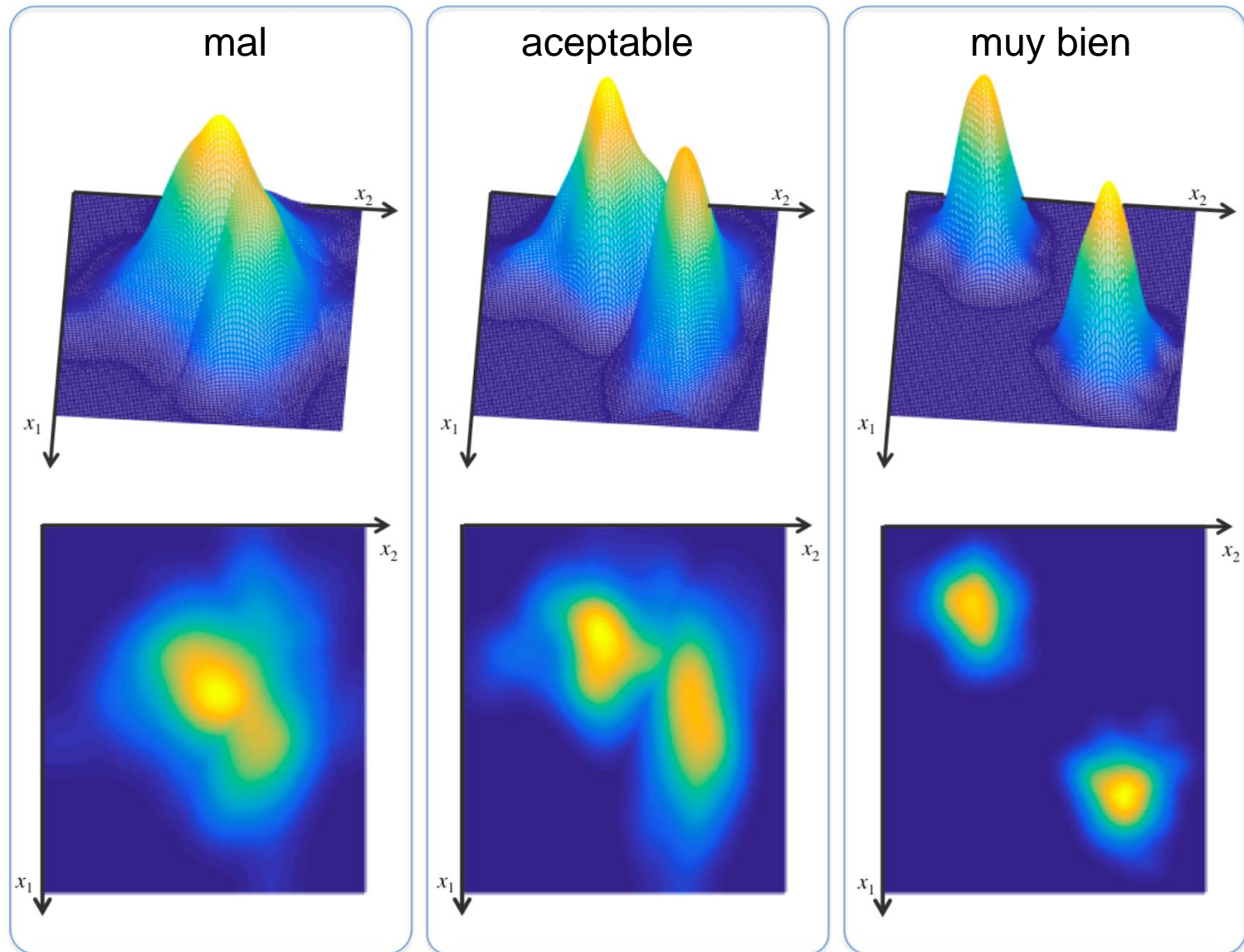


# 5. Análisis de Características

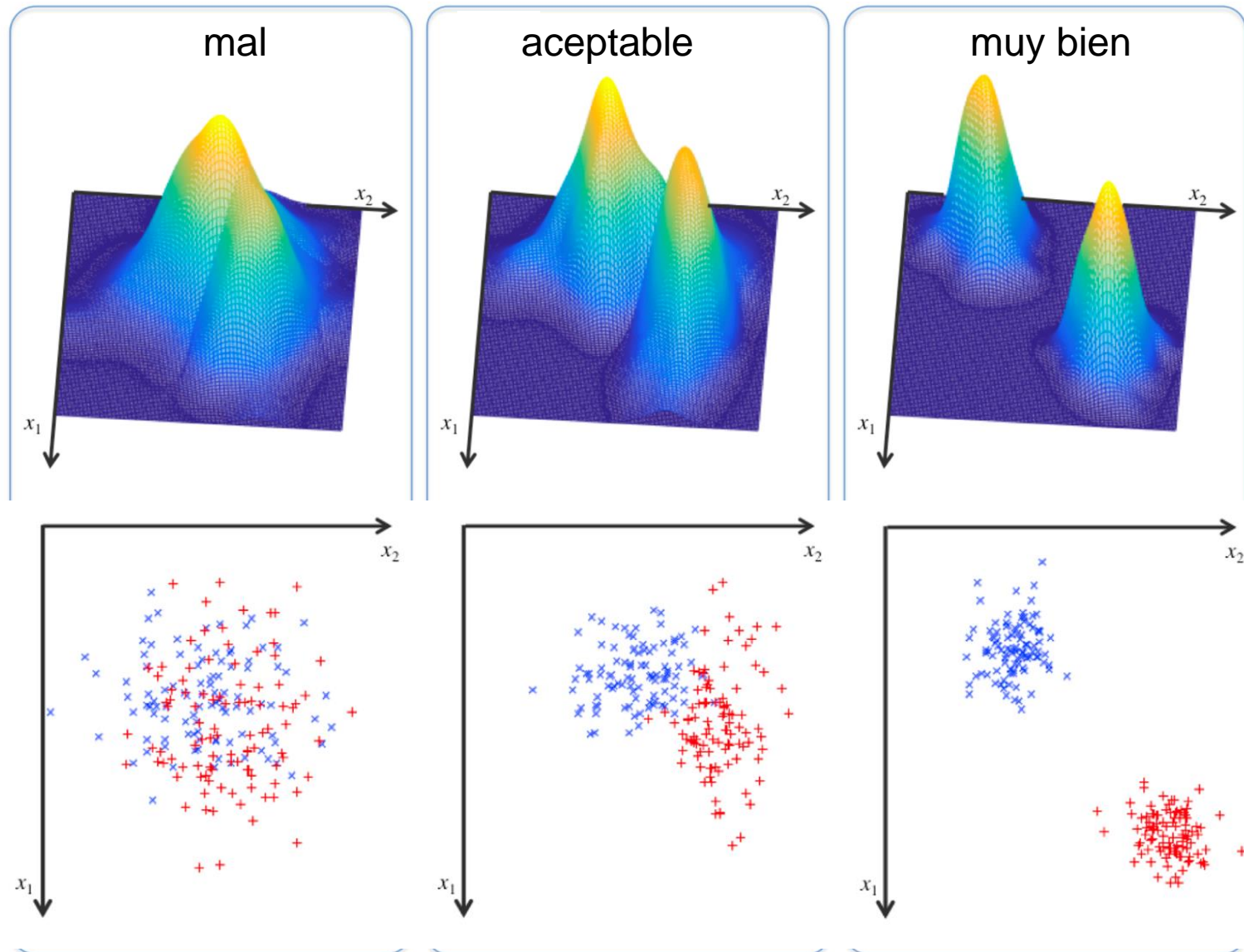
Histogramas en 2D para dos clases  $(\omega_1, \omega_2)$



# 5. Análisis de Características



# 5. Análisis de Características



# Formulación Metodológica

1. Obtención de la Información Original
2. Pre-procesamiento
3. Extracción de Características
4. Normalización de Características
5. Análisis de Características
- 6. Selección de Características**
7. Diseño del Clasificador
8. Evaluación del Desempeño

## 6. Selección de Características

Se escogen aquellas que en conjunto discriminan bien...

		Muestra	A	R	G	B	= <b>V</b>
Mandarinas	{	1	0.4981	0.27	0.40	0.11	
		:	0.3681	0.29	0.39	0.09	
		50	0.3479	0.31	0.42	0.12	
Naranjas	{	51	0.4601	0.35	0.38	0.13	
		:					
		125	0.9751	0.30	0.73	0.10	
			<b>v</b> <sub>1</sub>	<b>v</b> <sub>2</sub>	<b>v</b> <sub>3</sub>	<b>v</b> <sub>4</sub>	

$\mathbf{Z} \leftarrow$  Columnas escogidas de  $\mathbf{V}$



## 6. Selección de Características

Se escogen aquellas que en conjunto discriminan bien...

Muestra		A	G
Mandarinas	1	0.4981	0.40
	:	0.3681	0.39
	50	0.3479	0.42
Naranjas	51	0.4601	0.38
	:		
	125	0.9751	0.73

$\mathbf{Z}_1 = \mathbf{V}_1 \quad \mathbf{Z}_2 = \mathbf{V}_3$

$= \mathbf{Z}$

$\mathbf{Z} \leftarrow$  Columnas escogidas de  $\mathbf{V}$



# Formulación Metodológica

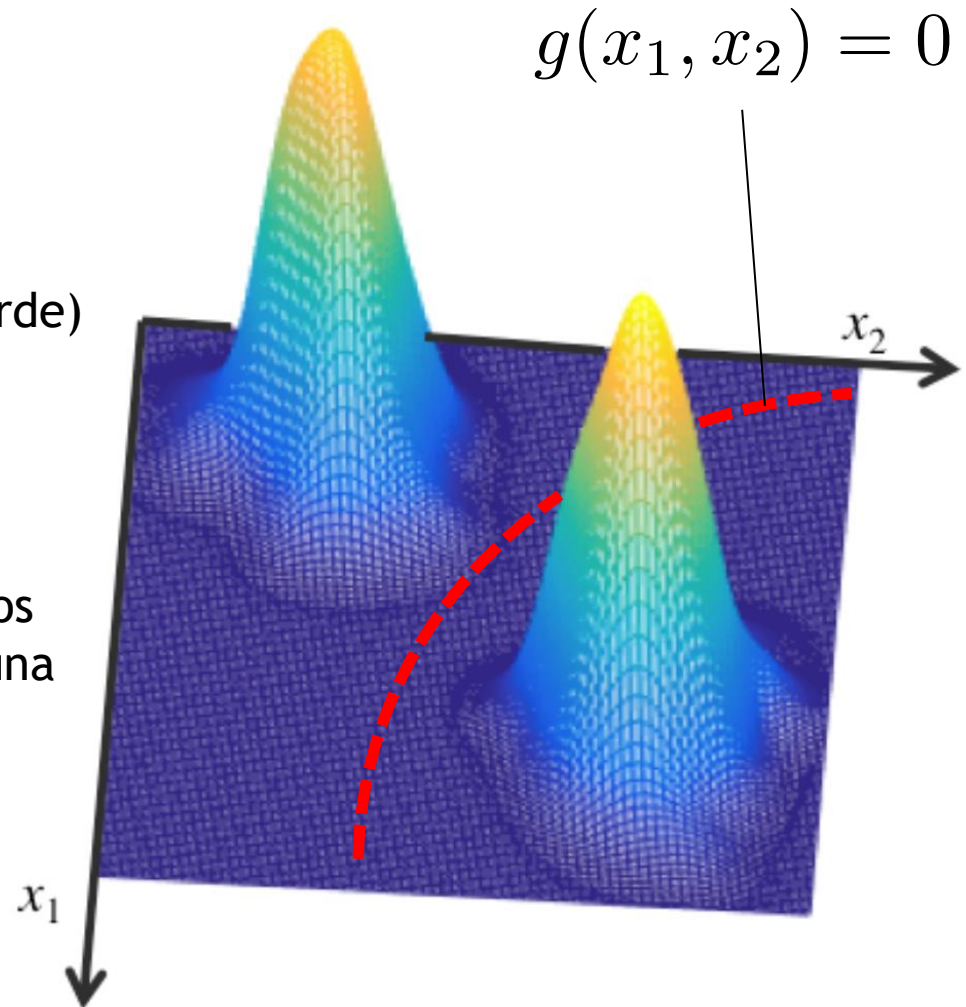
1. Obtención de la Información Original
2. Pre-procesamiento
3. Extracción de Características
4. Normalización de Características
5. Análisis de Características
6. Selección de Características
- 7. Diseño del Clasificador**
8. Evaluación del Desempeño

# 7. Diseño del Clasificador

Se busca la línea de separación entre las clases

$$\mathbf{X} = (x_1, x_2) = (\text{Área}, \text{Verde})$$

La función  $g$  depende de parámetros que deben estimarse minimizando una función de costo



# Formulación Metodológica

1. Obtención de la Información Original
2. Pre-procesamiento
3. Extracción de Características
4. Normalización de Características
5. Análisis de Características
6. Selección de Características
7. Diseño del Clasificador
- 8. Evaluación del Desempeño**

# 8. Evaluación de Desempeño

Se evalúa que tan bien se desempeña el clasificador...

## Matriz de Confusión 'C'

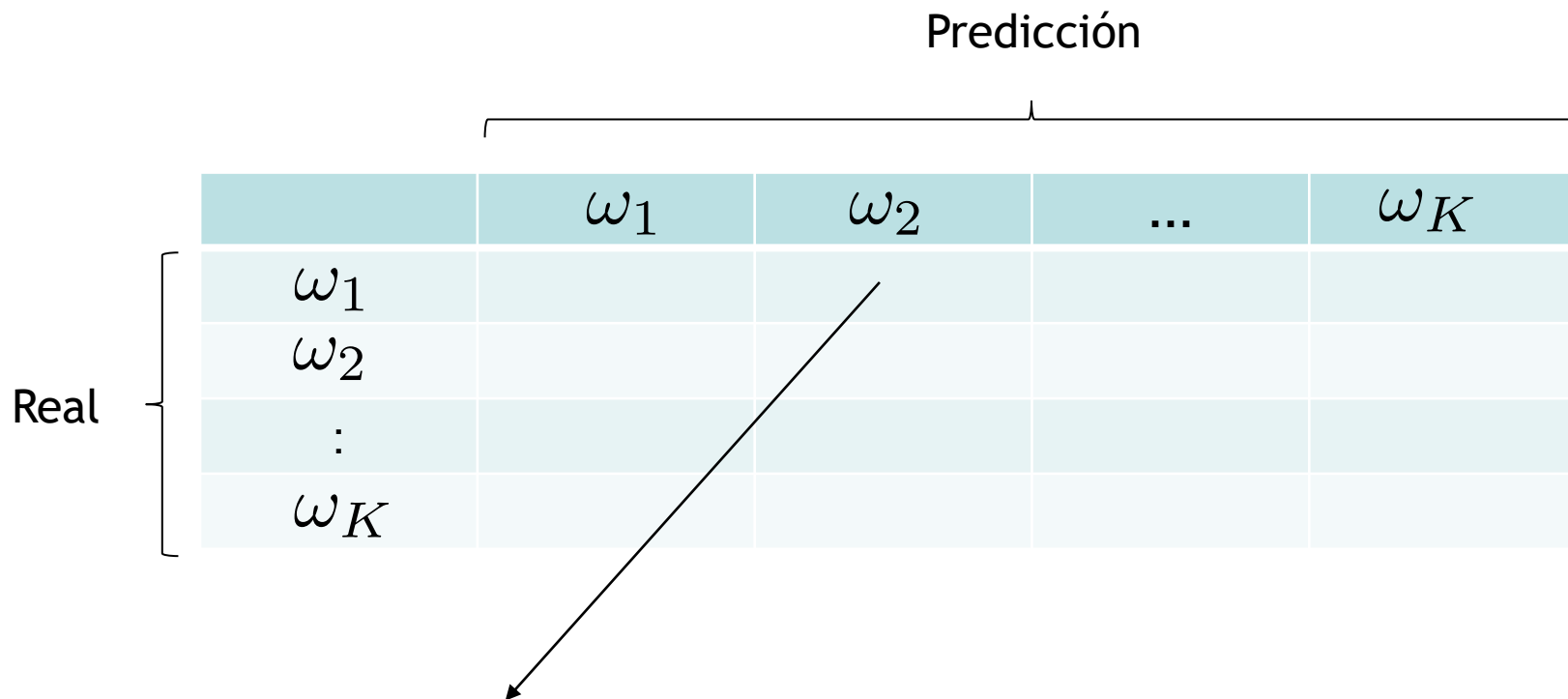
		Predicción			
		$\omega_1$	$\omega_2$	...	$\omega_K$
Real	$\omega_1$				
	$\omega_2$				
	:				
	$\omega_K$				

$C_{ij}$  Número de muestras que pertenecen a la clase 'i'  
clasificadas como clase 'j'

# 8. Evaluación de Desempeño

Se evalúa que tan bien se desempeña el clasificador...

		Predicción			
		$\omega_1$	$\omega_2$	...	$\omega_K$
Real	$\omega_1$				
	$\omega_2$				
	:				
	$\omega_K$				

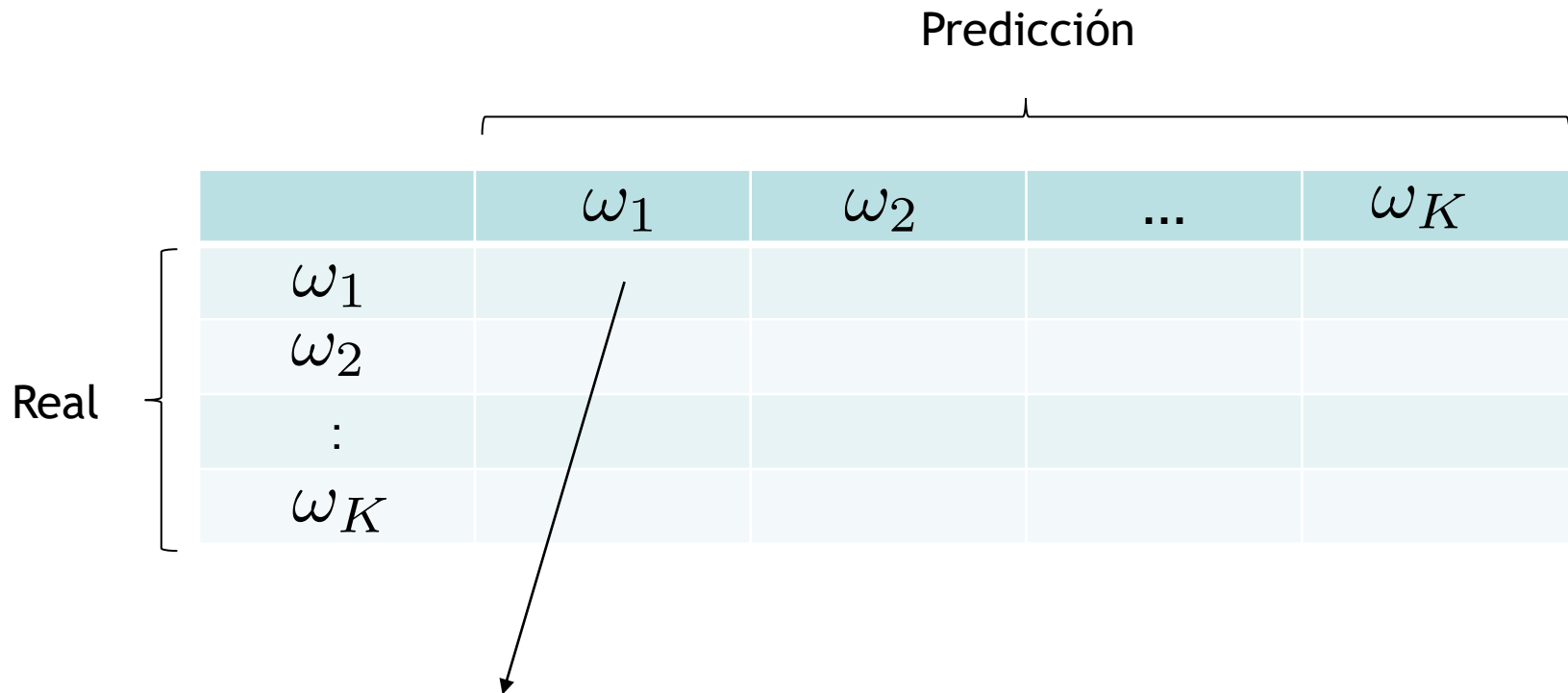


Número de muestras que pertenecen a la clase 1  
pero que fueron clasificadas como clase 2

# 8. Evaluación de Desempeño

Se evalúa que tan bien se desempeña el clasificador...

		Predicción			
		$\omega_1$	$\omega_2$	...	$\omega_K$
Real	$\omega_1$				
	$\omega_2$				
	:				
	$\omega_K$				

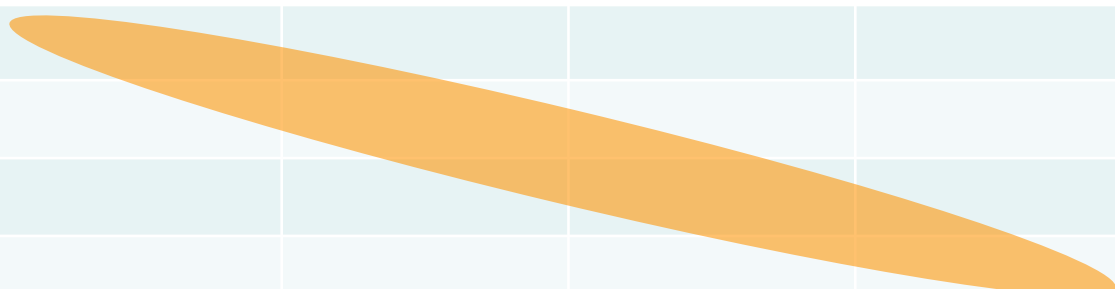


Número de muestras que pertenecen a la clase 1  
y que fueron correctamente clasificadas como clase 1

# 8. Evaluación de Desempeño

Se evalúa que tan bien se desempeña el clasificador...

		Predicción			
		$\omega_1$	$\omega_2$	...	$\omega_K$
Real	$\omega_1$				
	$\omega_2$				
	:				
	$\omega_K$				



$$\text{Accuracy (Acc)} = \frac{\text{Suma de la Diagonal}}{\text{Total de Muestras}}$$

Existen otras  
métricas

# Formulación Metodológica

1. Obtención de la Información Original
2. Pre-procesamiento
3. Extracción de Características
4. Normalización de Características
5. Análisis de Características
6. Selección de Características
7. Diseño del Clasificador
8. Evaluación del Desempeño